



# KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:A

(11) Publication No.1020000074609 (43) Publication.Date. 20001215

(21) Application No.1019990018659 (22) Application Date. 19990524

(51) IPC Code:

H01J 31/15

(71) Applicant:

SAMSUNG SDI CO., LTD.

(72) Inventor:

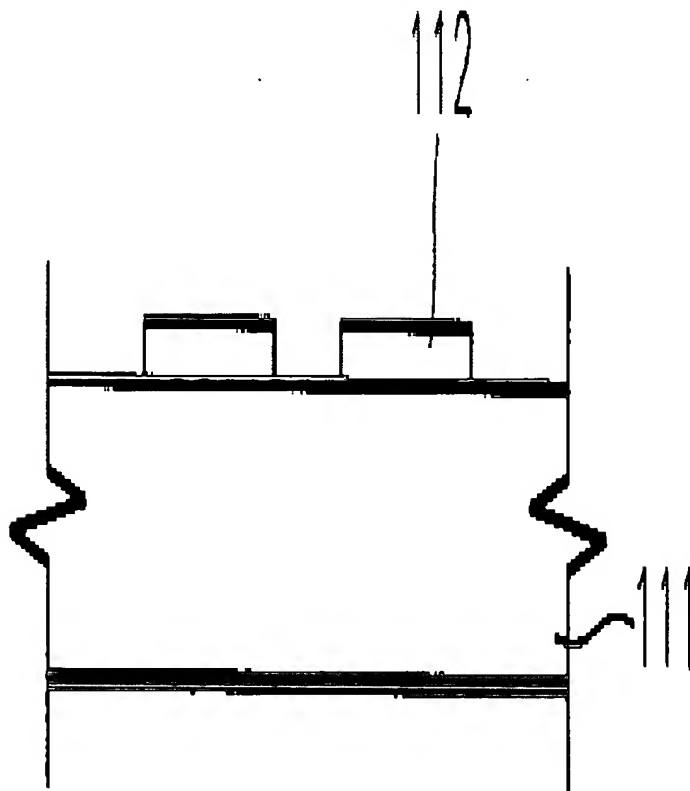
CHOI, WON BONG

(30) Priority:

(54) Title of Invention

FEA USING CARBON NANO TUBE AND PRODUCTION METHOD THEREOF

Representative drawing



(57) Abstract:

PURPOSE: A FEA(Field Emission Array) using a carbon nano tube and a production method thereof are provided to easily arrange the carbon nano tube and to adhere to a cathode.

CONSTITUTION: Stripe cathodes (112) are formed on a rear substrate(111). Parts without sticking carbon nano tubes are formed on the cathodes(112). An insulating layer(113) is formed on the exposed rear substrate(111). Mixed bodies (112a,112b) mixing the carbon nano tubes, a metal powder and an organic binder are printed on the cathodes(112) through an opening. The organic binder is evaporated by turning the mixed bodies(112a,112b). The carbon nano tubes(112a) adhere to the cathode(112) by melting or diffusing the metal powder. An array is completed by combining

a front substrate(101) having stripe anodes(102) with the rear substrate(111).

COPYRIGHT 2001 KIPO

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. H01J 31/15	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2000-0074609 2000년12월15일
(21) 출원번호	10-1999-0018659	
(22) 출원일자	1999년05월24일	
(71) 출원인	삼성에스디아이 주식회사, 김순택 대한민국 442390 경기도 수원시 팔달구 신동 575번지	
(72) 발명자	최원봉 대한민국 442-470 경기도수원시팔달구영통동벽적골삼성아파트926동204호	
(74) 대리인	이영필 권석출 이상용	
(77) 심사청구	없음	
(54) 출원명	카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이 및 그 제조방법	

## 요약

본 발명은 저 일함수, 내구성, 열적 안정성 등의 특성을 갖는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이(FEA: Field Emission Array) 소자 및 그 제조 방법을 기재한다. 본 발명에 따른 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이는, 카본 나노 튜브를 전자 방출원으로 이용함으로써 일함수 (work function)를 낮추고 구동 전압을 떨어뜨려 소자의 저전압 구동을 가능하게 하고, 동작시 발생하는 가스 등에 의한 내구성을 향상시켜 에미터의 동작 수명을 증가시킨다. 또한, 그 제작 방법에 있어서는, 혼합 페이스트를 이용한 압착법 혹은 스크린 프린팅 후 소결함으로써 카본 나노 튜브의 배열이 일방향을 이루도록 하는 동시에 융착되게 한다.

## 대표도

도3b

명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1은 기존의 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 소자의 개략적 분리 사시도,

도 2a는 도 1에 도시된 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 소자의 배면 기판에 음극을 제작하는 공정을 보여주는 도면,

도 2b는 도 1에 도시된 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 소자의 전면 기판에 양극을 제작하는 공정을 보여주는 도면,

도 3a는 본 발명에 따른 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 평면도,

도 3b는 도 3a의 A-A'라인을 따라 절개한 부분의 단면도,

도 4a 내지 도 4d는 본 발명에 따른 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법을 공정 단계별로 보여주는 단면도들,

도 5는 도 4a 내지 도 4d의 공정들에서 압착법을 이용하는 경우에 사용되는 카본 나노 튜브 배열용 필터를 갖춘 장치의 단면도,

도 6a 내지 도 6c는 도 5의 경우에 있어서 절연층이 형성되지 않는 경우에 세라믹(알루미나)으로 형성된 필터를 통하여 압착하는 공정들을 단계별로 보여주는 도면들,

도 7a 내지 도 7e는 도 4a 내지 도 4d의 공정들에서 스텐레스 와이어로 형성된 메쉬 스크린에 마스크가 결합된 스크린 프린터 구조를 보여주는 평면도 및 단면도들로서,

도 7a는 스크린 프린터를 음극이 형성된 배면기판 상에 올려놓고 인쇄하는 공정을 보여주는 단면도,

도 7b는 스크린 프린터에서 스텐레스 와이어로 짜여진 메쉬 스크린의 평면적 모습을 보여주는 도면,

도 7c는 도 7a와 도 7b의 "A"영역의 메쉬 구조를 확대하여 보여주는 도면,

도 7d는 도 7c의 B-B'라인을 따라 절개한 모습을 보여주는 단면도,

도 7e는 도 7a 내지 도 7d의 인쇄공정이 끝난 후 소성에 의해 카본 나노 튜브들이 음극 상에 금속 융착되고 절연층 상에 게이트가 형성되어 배면 기판의 구조가 완성도 모습을 보여주는 단면도,

도 8a는 미리 제작된 이중층 게이트판을 올려서 제작한 배면 기판의 전체적인 모습을 보여주는 단면도,

도 8b는 도 8a의 게이트판의 전체적인 모습을 보여주는 사시도,

도 9는 스크린 프린팅으로 제조된 카본나노튜브의 전자방출특성을 보여주는 사진(40 x 80mm 면적),

도 10은 본 발명에 따른 카본나노튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 전자방출특성을 나타내는 전류-전장 그래프,

도 11은 본 발명에 따른 카본나노튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 전자방출 휘도 특성을 나타내는 휘도-전장 그래프,

그리고 도 12는 본 발명에 따른 카본나노튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 전자 방출 사진이다.

#### <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

101. 전면 기판	102. 양극
103. 형광체	111. 배면 기판
112. 음극	112a. 카본 나노 튜브
112b. 금속응착부재	112a, 112b. 혼합체
112c. 개구부(구멍)	113. 절연층
114. 게이트	120. 혼합체
130a. 필터의 구멍(홀)	130. 필터
140. 실린더	150. 피스톤
160. 스크린 프린터	160a. 메쉬 스크린
160b. 마스크	161. 경사
162. 워사	170. 게이트판(gate plate)
170a. 절연체로 형성된 기판	170b. 게이트

#### 발명의 상세한 설명

##### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 저 일함수, 내구성, 열적 안정성 등의 특성을 갖는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이(FEA: Field Emission Array) 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

카본 나노 튜브는 1991년에 발견된 물질로서  $C_{60}$ (fulleren)와 유사하나 튜브 형태로 우수한 전자 방출 특성 및 화학적, 기계적 내구성을 가지고 있으므로, 그 물성 및 응용성이 꾸준히 연구되고 있다.

현재 일반적으로 전계 방출 표시장치(field emission display)용으로 사용되는 스펀드형(Spind't-type) 전계 방출 에미터는 전자가 방출되는 에미터, 전자를 용이하게 나오도록 하는 게이트 등으로 이루어져 있다. 이 에미터는 동작시 분위기 가스 및 불균일한 전장(electric field) 등의 영향으로 팁의 수명이 단축되는 문제가 있다. 또한, 이와 같은 기존의 금속 에미터는 구동전압을 낮추기 위하여는 일함수(work function)를 낮추어야 하지만 그 한계가 있다. 이를 극복하기 위한 물질로서 종횡비(aspect ratio)가 극히 높고,  $C_{60}$ 와 유사한 구조를 가져 내구성이 우수하며, 전자 전도성이 뛰어난 카본 나노 튜브를 전자 방출원으로 사용하여 전자방출원을 만들고자 하는 것이다.

도 1은 Appl. Phys. Lett., Vol. 72, No. 22, 1 June 1998 에 게재된 기존의 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 소자의 개략적 분리 사시도이다. 도시된 바와 같이, 기존의 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 소자는 서로 대향하는 전면 유리 기판(1) 및 배면 기판(11)과, 이들의 대향면에 각각 서로 교차하는 방향의 스트라이프 상의 양극(2) 및 음극(12)을 구비하고 있다. 여기서, 음극(12)은 카본 나노 튜브로 형성되어 있으며, 배면 기판에 스트라이프 상의 홈들을 파고 그 속에 카본 나노 튜브와 에폭시 혼합물을 채워넣은 구조로 되어 있다. 또한, 양극(2)은 ITO 박막으로 구성되며, 그 전면에는 형광체가 코팅되어 있다.

또한, 도 2a 상기 도 1에 도시된 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 소자의 배면 기판(11)에 음극(12)을 제작하는 방법을 공정 단계별로 보여주는 도면들이고, 도 2b는 도 1에 도시된 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 소자의 전면 기판(1)에 양극(2)을 제작하는 방법을 공정 단계별로 보여주는 도면들이다.

먼저, 카본 나노 튜브를 이용한 음극(12)을 제작하는 방법은, 도 2a의 (a)에 도시된 바와 같은 유리 기판(11')에, 도 2a의 (b)에 도시된 바와 같이 스트라이프 상의 홈(12a)들을 형성한 다음, 도 2a의 (c)에 도시된 바와 같이, 카본 나노 튜브와 에폭시의 혼합물(12)을 도포하여, 이를 도 2a의 (d)에 도시된 바와 같이, 평탄화하여 전극의 모양을 갖추도록 하는 공정들로 이루어진다.

다음에, 양극(2)을 제작하는 방법은, 도 2b의 (a)에 도시된 바와 같은 유리 기판(1)에 ITO 박막을 도포한 다음, 도 2b의 (b)에 도시된 바와 같이 스트라이프 상으로 에칭하여 양극(2)들을 형성하고, 도 2b의 (c)에 도시된 바와 같이, 이 스트라이프 상의 양극(2)들 상에 형광체(3)를 도포하는 공정들로 이루어진다.

그러나, 이와 같은 카본 나노 튜브를 이용하여 음극을 제작함에 있어서, 카본 나노 튜브를 일방향으로 배열하는 것은 무척 어렵고 디바이스로 만들기에는 전극과의 연결이 어렵다. 따라서, 실제 표시 소자로 응용하기 위해서는 이러한 배열의 문제를 극복하여야 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하고자 창안한 것으로, 카본 나노 튜브의 배열이 용이할 뿐 만 아니라 음극에 밀착되는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이 및 그 제작 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이는, 일정한 간격을 유지한채 서로 대향하는 전면 기판 및 배면 기판; 상기 전면 기판 및 배면 기판의 대향면 상에 각각 서로 교차하는 방향의 스트라이프 상으로 형성된 양극 및 음극; 상기 두 전극들의 교차점에 대응하는 상기 음극 상에 고정된 카본 나노 튜브들; 및 상기 카본 나노 튜브들을 상기 음극 상에 고정하는 동시에 상기 음극과 카본 나노 튜브들 간에 통전 가능하도록 하는 금속 용착 부재;를 구비한 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 카본 나노 튜브들 주변의 상기 음극 및 배면 기판 상에 적층된 절연층; 및 상기 절연층 상에 상기 양극들과 나란한 방향의 스트라이프 상으로 형성된 게이트;를 더 구비한 것이 바람직하며, 상기 양극은 ITO 박막으로 형성되고, 이들 양극들 상에는 형광체가 도포된 것이 바람직하다.

또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법은, (가) 배면 기판 상에 스트라이프 상의 음극들을 형성하는 단계; (나) 상기 음극들의 소정 영역들 상에 카본 나노 튜브들과 금속 분말 및 유기물 바인더를 혼합한 혼합체를 인쇄하는 단계; (다) 상기 혼합체를 소결하여 상기 유기물 바인더를 증발시키고 상기 금속 분말을 용융 또는 확산반응시켜 상기 카본 나노 튜브들을 상기 음극 상에 고착시키는 단계; 및 (라) 스트라이프 상의 양극들이 형성된 전면 기판을 상기 카본 나노 튜브가 음극에 용착된 상기 배면 기판과 일정한 간격을 유지하도록 결합하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 (나) 단계에 앞서 상기 음극의 카본 나노 튜브가 부착될 부분을 제외한 부분의 상면 및 상기 노출된 배면 기판 상면에 절연층을 형성하는 단계; 및 상기 (다) 단계 다음에 상기 절연층 상에 게이트를 형성하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하며, 이 때 상기 (나) 단계에서 상기 금속 분말은 직경 0.1~10 $\mu$ m의 금속 입자들로 이루어진 250~400 $^{\circ}$ C에서 녹거나 확산반응하는 저융점 금속 분말이고, 상기 유기 바인더는  $\alpha$ -terpineol, ethyl cellulose, butyl carbitol acetate 중 적어도 어느 한 물질로 이루어지며, 이 (나) 단계에서 상기 인쇄는 상기 카본 나노 튜브 배열용 필터를 이용한 압출법으로 이루어지거나 혹은 상기 카본 나노 튜브 배열용으로 패턴닝된 금속 메쉬 스크린을 이용한 스크린 프린팅법으로 이루어지는 것이 바람직하며, 상기 (다) 단계에서 상기 소결은 200~500 $^{\circ}$ C의 온도 범위에서 이루어지는 것이 바람직하다.

이하 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이 및 그 제작 방법을 상세하게 설명한다.

본 발명에 따른 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이는 음극 상에 카본 나노 튜브를 금속 분말과 함께 유기물로 고착시킨 다음, 유기 물을 증발시키고 금속 분말을 녹여 카본 나노 튜브를 음극 상에 용착시킨 점에 특징이 있다. 이와 같은 전계 방출 어레이는 양극 및 음극을 갖는 2극관 구조나 양극과 음극 및 게이트를 갖는 3극관 구조 뿐 만 아니라 어떠한 다극관 구조이든 상관없이 적용할 수 있다. 다만, 음극 상에 카본 나노 튜브를 용착시켜 전자 방출을 위한 마이크로팁 대응으로 사용하는 점에 특징이 있다. 실시예로서 3극관 구조의 전계 방출 어레이를, 도 3a 및 도 3b를 참조하여, 상세하게 설명하면 다음과 같다.

도 3a는 본 발명에 따른 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 평면도이고, 도 3b는 도 3a의 A-A'라인을 따라 절개한 부분의 단면도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이는 서로 대향하는 전면 기판(101) 및 배면 기판(111)과, 이들의 대향면에 각각 서로 교차하는 방향의 스트라이프 상의 양극(102) 및 음극(112)을 구비하고 있다. 특히, 이들 음극(112)들 상에는 카본 나노 튜브(112a)들이 금속용착부재(112b)로 용착된 구조를 갖는다. 카본 나노 튜브(112a)가 용착된 부분을 제외한 부분의 음극(112)들과 배면 기판(111) 상에는 절연층(113)이 구비되며, 이 절연층(113) 상에는 스트라이프 상의 게이트(114)들이 형성된다. 또한, 양극(102)은 ITO 박막으로 구성되며, 그 전면에는 형광체(103)가 코팅된다.

이러한 구조를 갖는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제조 방법은 다음과 같다.

먼저, 도 4a에 도시된 바와 같이, 배면 기판(111) 상에 스트라이프 상의 음극(112)들을 형성한다((가) 단계).

다음에, 도 4b에 도시된 바와 같이, 음극(112) 상에서 카본 나노 튜브들이 부착될 부분을 제외한 부분과 노출된 배면 기판(111) 상에 절연층(113)을 형성한 다음, 도 4c에 도시된 바와 같이, 음극(112) 상의 절연층(113) 개구부(112c)를 통하여 음극(112)들의 소정 영역들 상에 카본 나노 튜브들과 금속 분말 및 유기물 바인더를 혼합한 혼합체(112a, 112b)를 인쇄한다((나) 단계). 여기서, 2극관의 경우 절연층(113)을 형성하여도 무방하나 반드시 형성할 필요는 없다.

다음에, 도 4d에 도시된 바와 같이, 혼합체(112a, 112b)를 소결하여 유기물 바인더를 증발시키고 금속 분말을 용융 또는 확산 반응시켜 카본 나노 튜브(112a)들을 음극(112) 상에 고착시킨 다음((다) 단계), 스트라이프 상의 양극(102)들이 형성된 전면 기판(101)을 카본 나노 튜브(112a)가 음극(112)에 용착된 배면 기판(111)과 일정한 간격을 유지하도록 결합하여 어레이를 완성한다((라) 단계).

이와 같은 전계 방출 소자의 제작 방법에 있어서, 특히 카본 나노 튜브는 자체 배열하는 (나) 단계의 공정을 특히 어려우므로, 이를 개선하기 위하여 본 발명에서는 그 배열 방법으로 두 가지 방법을 제시한다. 첫째, 도 5 혹은 도 6에 도시된 바와 같이, 카본 나노 튜브를 분산시킨후 유기 바인더 및 알루미늄(Aluminum), 은(Silver), 아연(Zinc), 구리(Copper) 등의 저융점 금속 미세 분말의 혼합체(120)가 일정한 픽셀(pixel)의 크기로 배열된 절연층(113)의 구멍(112c)으로 주입되도록 유리로 형성된 필터(130)의 구멍(130a)으로 밀어넣어 배열시킨 다음, 유기 바인더를 태워 증발시키고 미세 금속분말을 녹여 카본 나노 튜브를 고정시키는 방법을 제시하고, 둘째, 도 7a 내지 도 7d에 도시된 바와 같이, 카본 나노 튜브를 분산시킨 후 저융점 금속 분말과 유기바인더와 혼합체를 만들고 절연체의 기판 위에 패턴닝된 금속 메쉬 스크린(160a)을 이용한 스크린 프린팅법으로 전극 상에 압착시키는 방법으로 배열시키고 고정시키는 방법을 제시한다.

특히, 카본 나노 튜브 부착을 위한 인쇄용 혼합체 제조에 사용되는 금속 분말은 그 입자의 직경이 0.1~10 $\mu$ m 정도가 되도록 하는 것이 인쇄에 유리하다. 또한, 3극관 이상의 다극관을 제작할 경우에는 절연층의 형성이 필연적인데, 혼합체 인쇄후 소결시 절연층의 파손을 방지하기 위해서는 금속이 저온에서 쉽게 용융되어야 하므로, 절연층 형성 온도 보다 낮은 온도에서 저융점 금속 분말을 사용하여야 한다. 절연층이 대략 450~570 $^{\circ}$ C에서 형성되므로 금속 분말은 250~400 $^{\circ}$ C에서 녹거나 혹은 확산반응하는 저융점 금속 분말을 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 저융점 금속으로는 은(silver), 알루미늄(Aluminum), 구리(Copper), 아연(Zinc) 등이 있다.

또한, 인쇄용 혼합체 제조에 사용되는 유기 바인더로는  $\alpha$ -terpineol, ethyl cellulose, butyl carbitol acetate 등의 물질이 사용된다. 혼합을 시키는 데 있어서, 기계적으로 그라인딩(grinding)시키면서 완전히 혼합되도록 한다.

더욱이, 카본 나노 튜브의 배열이 결정되는 인쇄 공정((나) 단계)에서, 앞서 언급한 바 있는 압출법을 적용할 경우에는, 도 5에 도시된 바와 같은, 카본 나노 튜브 배열용 필터(130)를 갖춘 장치를 이용한다. 필터(130)가 장착된 실린더(140) 내에 인쇄용 혼합체(120)를 주입하고, 피스톤(150)으로 강하게 압착하면, 혼합체(120)가 필터(130)의 홀(130a)들을 통과하면서 그 내부에 섞여있는 카본 나노 튜브들이 세로로 배열하면서 절연층(113)의 개구부(112c)에 의해 노출된 음극(112) 상으로 주입된다. 다시 말해서, 혼합된 페이스트(paste)를 화소(pixel) 크기의 구멍이난 세라믹스(혹은 글래스) 필터 사이로 압출시켜 배열을 시키고, 저온 열처리(200~500℃)를 통하여 유기 바인더를 날려보내고, 금속분말을 소결시켜 카본 나노 튜브를 절연층의 구멍 내에 고정시킨다.

도 6은 도 5의 경우와 달리 절연층이 형성되지 않는 경우에 세라믹(알루미나)으로 형성된 필터를 통하여 압착하는 공정을 보여준다. 필터 구멍 사이로 배열시키며 밀어낸 카본 나노 튜브들을 패터닝된 금속막(음극) 위에 압착시키는 방법으로 배열시키고 고정시킨다. 즉, 도 6의 (a)는 세라믹(알루미나) 필터(130)의 구멍(130a)에 인쇄용 혼합체가 주입된 경우를 보여주는 도면이고, 도 6의 (b)는 절연층이 없는 배면기판(111)의 음극(112) 라인 상에 필터(130)의 구멍(130a)을 정렬한 모습을 보여주는 도면이며, 도 6의 (c)는 압착에 의하여 음극(112)의 소정 영역에 혼합체가 인쇄된 다음 소결되어 카본 나노 튜브(112a)들이 부착된 모습을 보여주는 도면이다.

또한, 카본 나노 튜브의 배열이 결정되는 인쇄 공정((나) 단계)에서, 앞서 언급한 바 있는 스크린 프린팅법을 적용할 경우에는, 도 7a 내지 도 7e에 도시된 바와 같이, 스텐레스 와이어로 형성된 배면기판(111) 상에 마스크가 결합된 스크린 프린터(160)를 이용한다. 즉, 도 7a에 도시된 바와 같이, 스크린 프린터(160)를 음극(112)이 형성된 배면기판(111) 상에 올려놓고, 그 위에 인쇄용 혼합체가 묻어있는 로울러(미도시)로 밀어서 인쇄한다. 이와 같이 하면, 로울러에 묻어있는 혼합체가 스크린 프린터(160)의 마스크(160b)를 통과하여 스크린(160a)을 거쳐 배면 기판상의 절연층(113)의 홀에 의해 노출된 음극(112) 상면으로 주입된다. 이와 같이 혼합체가 메쉬 스크린(160a)을 지나면서 인쇄되므로 혼합체에 섞여있는 카본 나노 튜브들은 음극면 상에 수직으로 배열하도록 주입된다. 도 7b는 스크린 프린터에서 스텐레스 와이어로 짜여진 메쉬 스크린(160a)의 평면적 모습을 보여준다. 도 7c는 도 7a와 도 7b의 "A"영역의 메쉬 구조를 확대하여 보여주는 도면이고, 도 7d는 도 7c의 B-B'라인을 따라 절개한 모습을 보여주는 단면도이다. 이 도면에 도시된 바와 같이, 스크린 프린터(160)는 경사(161)와 위사(162)가 메쉬(mesh) 모양으로 짜여진 스크린(160a)과 특정 영역에만 인쇄용 혼합체가 주입되도록 하는 마스크(160b)로 구성된다. 도 7e는 스크린 프린팅에 의한 혼합체 인쇄가 끝난후 소성에 의해 카본 나노 튜브(112a)들이 음극(112) 상에 금속 분말에 의해 융착되고 절연층(113) 위에 게이트(114)를 형성하여 배면 기판의 구조가 완성된 모습을 보여준다. 이 때, 게이트는 SiO<sub>2</sub> 절연층(113) 위에 금속을 증착하고, 이 증착된 금속막을 포토리소그래피법 등으로 패터닝하여 형성된다. 더욱이, 스크린 프린팅후 소결이 끝난 상태에서, 도 8a에 도시된 바와 같은 미리 제작되어 있는 게이트판(gate plate)(170)을 올려 본딩함으로써 소자를 완성하기도 한다. 도 8b는 게이트판(170)의 전체적인 모습을 보여주는 사시도이다. 이러한 게이트판(170)은 절연체로 형성된 기판(170a)에 도전체로 형성된 게이트(170b)가 증착된 구조를 갖는다.

그리고, 상기 (다) 단계의 열처리 공정에서 소결은 200~500℃의 온도 범위에서 이루어지는 것이 바람직하다.

이와 같이 완성된 전계 방출 어레이에서 카본 나노 튜브의 기능을 다음 도면들이 실험적으로 보여준다.

도 9는 스크린 프린팅으로 제조된 카본나노튜브의 전자방출특성을 보여주는 사진(40 x 80mm 면적)이다. 도 10은 카본나노튜브의 전자방출특성을 나타내는 전류-전압 그래프이고, 도 11은 카본나노튜브의 전자 방출 휘도 특성을 나타내는 휘도-전압 그래프이며, 그리고 도 12는 카본나노튜브의 전자 방출 사진이다.

한편, 이러한 배면 기판의 제작이 끝나면, 전면 기판 상에 형광체를 도포하게 되는데, 이 형광체는 화소(pixel) 크기의 양극 상에 즉 적,녹,청색에 대응하는 양극 상에 각각 도포되고, 진공에서 패키징하여 디스플레이를 구성하도록 한다.

이와 같이 제작된 카본 나노 튜브가 융착된 음극 구조체는 초고주파 마이크로웨이브용 음극으로도 사용할 수도 있다.

#### 발명의 효과

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이는, 카본 나노 튜브를 전자 방출원으로 이용함으로써 일함수(work function)를 낮추고 구동 전압을 떨어뜨려 소자의 저전압 구동을 가능하게하고, 동작시 발생하는 가스 등에 의한 내구성을 향상시켜 에미터의 동작 수명을 증가시키고, 구동시 발생하는 열을 획기적으로 방출시킴으로써 field emitter의 성능을 획기적으로 개선시킬 수 있다. 또한, 초미세 전자 방출원을 이용함으로써 고밀도 전자의 방출을 가능하게 하여, 차세대 고밀도 전자 방출원으로 고주파 전자발전기, 저전압구동 디스플레이 등에 사용할 수 있는 등 그 적용 범위가 넓다.

또한, 본 발명은 전자방출원을 상온 증착법, 저온 열처리를 사용하고 디바이스 구성을 스크린 프린팅등을 사용하여 공정을 단순화시킨 기술이다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

일정한 간격을 유지한채 서로 대향하는 전면 기판 및 배면 기판;

상기 전면 기판 및 배면 기판의 대향면 상에 각각 서로 교차하는 방향의 스트라이프 상으로 형성된 양극 및 음극;

상기 두 전극들의 교차점에 대응하는 상기 음극 상에 고정된 카본 나노 튜브들; 및

상기 카본 나노 튜브들을 상기 음극 상에 고정하는 동시에 상기 음극과 카본 나노 튜브들 간에 통전 가능하도록 하는 금속 융착 부재:를

구비한 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이.

##### 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 카본 나노 튜브들 주변의 상기 음극 및 배면 기판 상에 적층된 절연층; 및

상기 절연층 상에 상기 양극들과 나란한 방향의 스트라이프 상으로 형성된 게이트:를

더 구비한 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이.

**청구항 3.**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 양극은 ITO 박막으로 형성되고, 이들 양극들 상에는 형광체가 도포된 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이.

**청구항 4.**

(가) 배면 기판 상에 스트라이프 상의 음극들을 형성하는 단계;

(나) 상기 음극들의 소정 영역들 상에 카본 나노 튜브들과 금속 분말 및 유기물 바인더를 혼합한 혼합체를 인쇄하는 단계;

(다) 상기 혼합체를 소결하여 상기 유기물 바인더를 증발시키고 상기 금속 분말을 용융 또는 확산 반응시켜 상기 카본 나노 튜브들을 상기 음극 상에 고착시키는 단계; 및

(라) 스트라이프 상의 양극들이 형성된 전면 기판을 상기 카본 나노 튜브가 음극에 용착된 상기 배면 기판과 일정한 간격을 유지하도록 결합하는 단계;를

포함하는 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법.

**청구항 5.**

제4항에 있어서,

상기 (나) 단계에 앞서 상기 음극의 카본 나노 튜브가 부착될 부분을 제외한 부분의 상면 및 상기 노출된 배면 기판 상면에 절연층을 형성하는 단계; 및

상기 (다) 단계 다음에 상기 절연층 상에 게이트를 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법.

**청구항 6.**

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 (나) 단계에서 상기 금속 분말은 직경 0.1~10 $\mu$ m의 금속 입자들로 이루어진 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법.

**청구항 7.**

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 (나) 단계에서 금속 분말은 250~400℃에서 녹거나 혹은 확산반응하는 저융점 금속 분말인 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법.

**청구항 8.**

제7항에 있어서,

상기 저융점 금속 분말은 은, 알루미늄, 구리 및 아연 중 적어도 어느 한 물질의 분말인 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법.

**청구항 9.**

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 (나) 단계에서 상기 유기 바인더는  $\alpha$ -terpineol, ethyl cellulose, butyl carbitol acetate 중 적어도 어느 한 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법.

**청구항 10.**

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 (나) 단계에서 상기 인쇄는 상기 카본 나노 튜브 배열용 필터를 이용한 압출법으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법.

**청구항 11.**

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 (나) 단계에서 상기 인쇄는 상기 카본 나노 튜브 배열용으로 패터닝된 금속 메쉬 스크린을 이용한 스크린 프린팅법으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법.

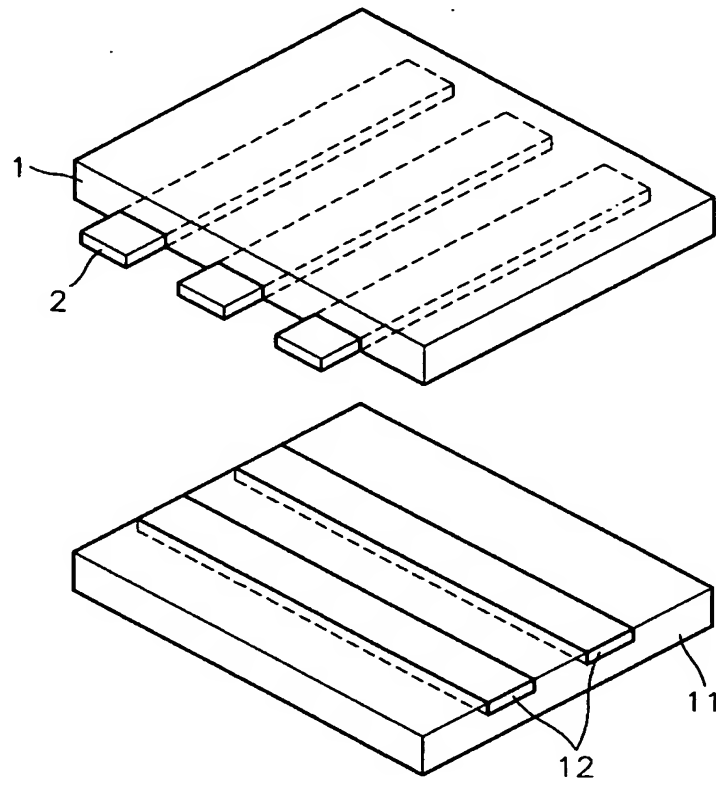
**청구항 12.**

제4항 또는 제5항에 있어서,

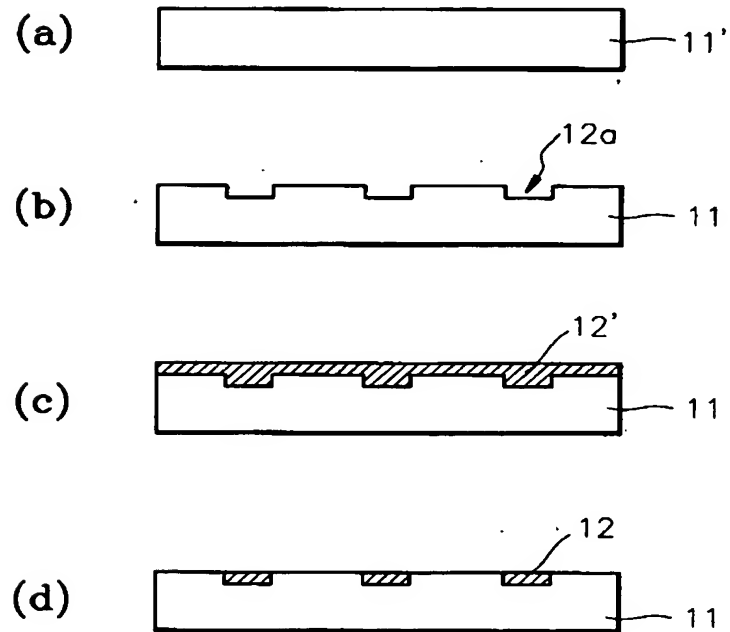
상기 (다) 단계에서 상기 소결은 200~500℃의 온도 범위에서 이루어지는 것을 특징으로 하는 카본 나노 튜브를 이용한 전계 방출 어레이의 제작 방법.

도면

도면 1

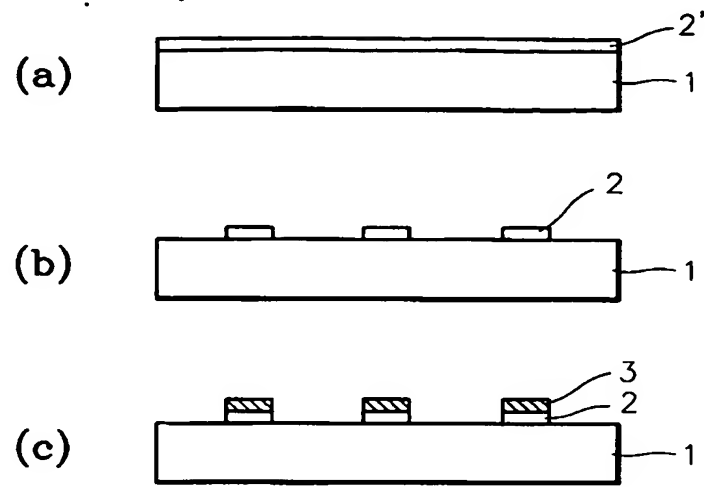


도면 2a

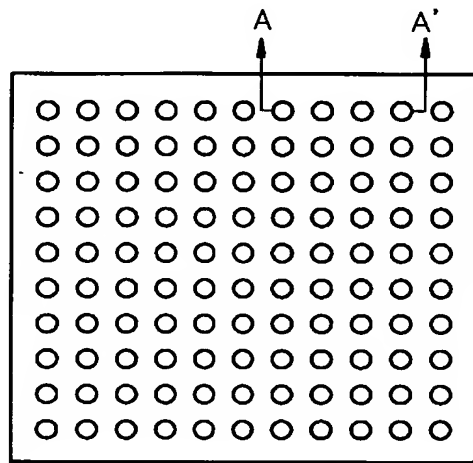




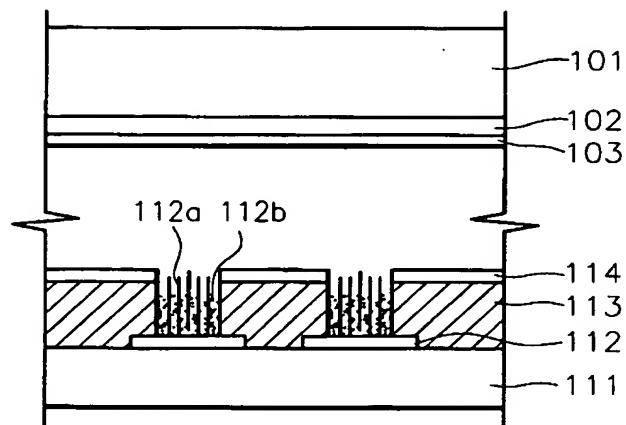
도면 2b



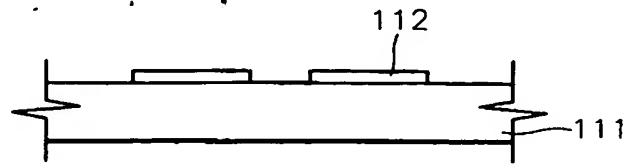
도면 3a



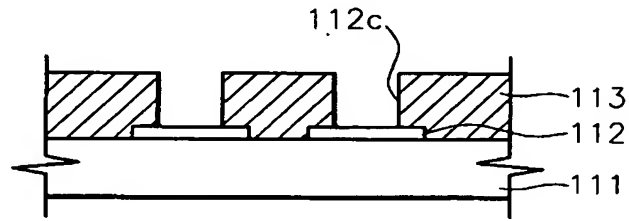
도면 3b



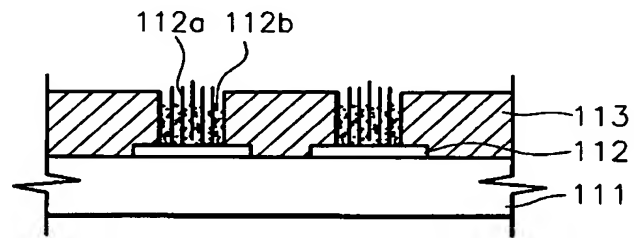
도면 4a



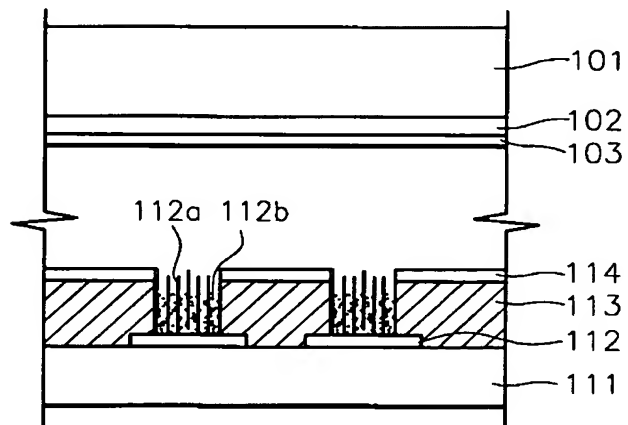
도면 4b



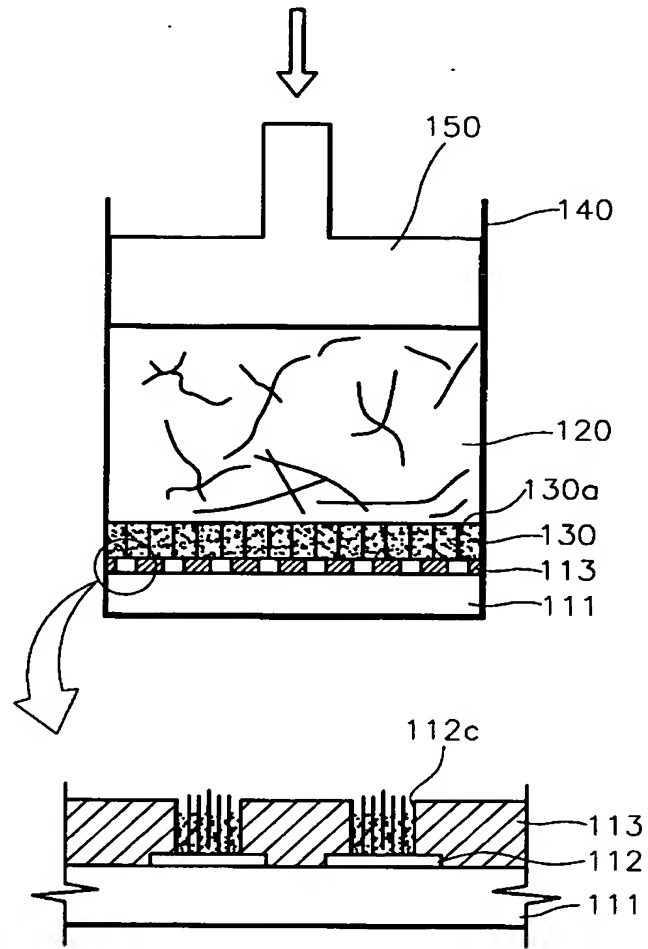
도면 4c



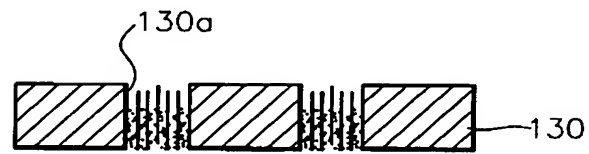
도면 4d



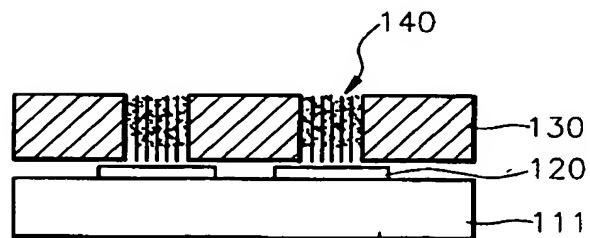
도면 5



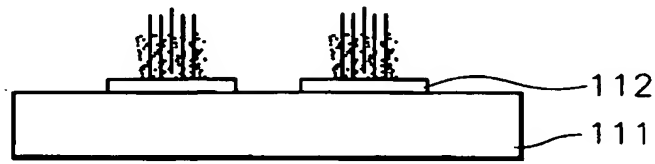
도면 6a



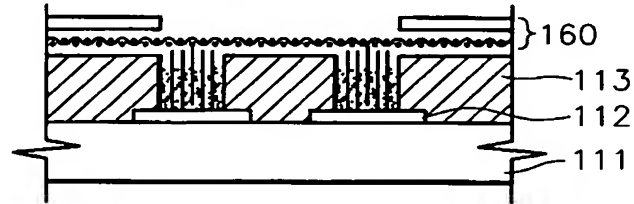
도면 6b



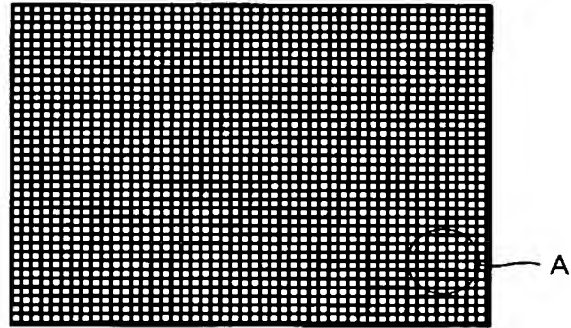
도면 6c



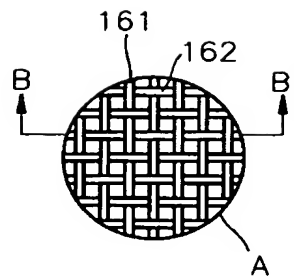
도면 7a



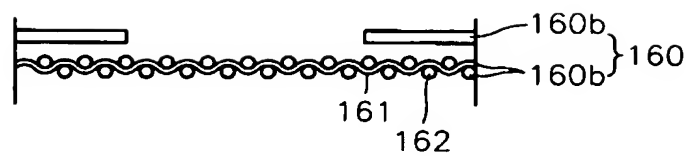
도면 7b



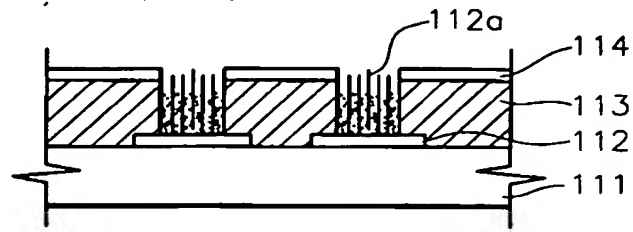
도면 7c



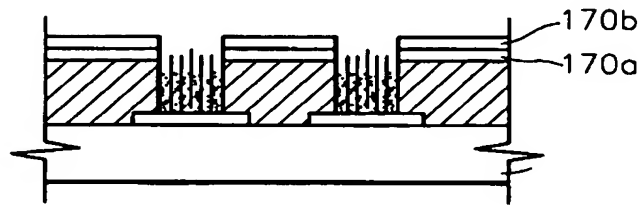
도면 7d



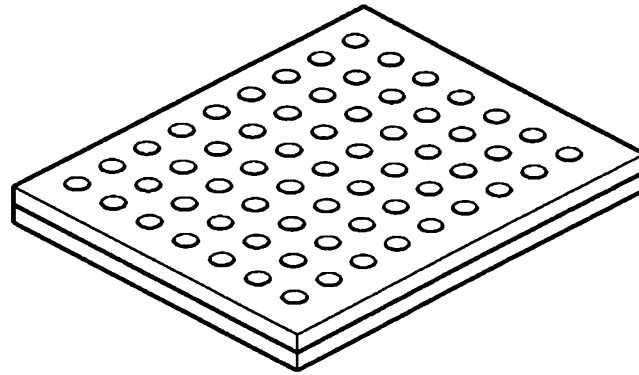
도면 7e



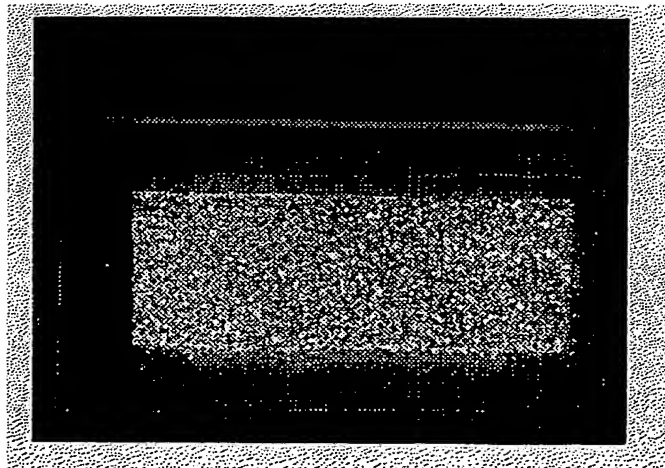
도면 8a



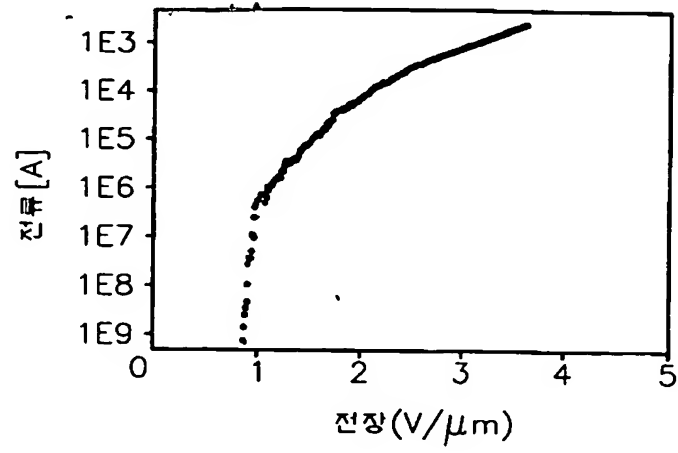
도면 8b



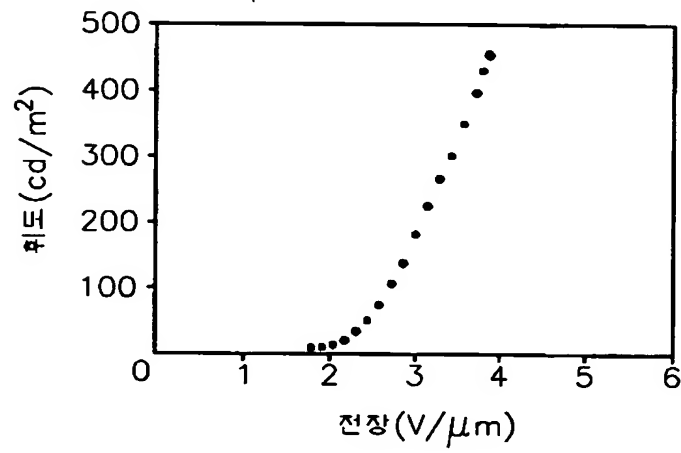
도면 9



도면 10



도면 11



도면 12

